

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-307725

(43)Date of publication of application : 20.12.1990

(51)Int.Cl.

B29C 47/40
A23P 1/12
B01F 7/02
B29C 47/64

(21)Application number : 01-130592

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP
NIPPON STEEL CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 24.05.1989

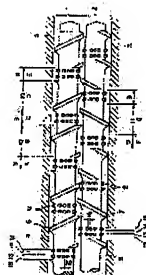
(72)Inventor : YAMAOKA IKURO
KIMURA MASAO

(54) TWIN-SCREWS EXTRUDER

(57)Abstract:

PURPOSE: To sufficiently knead materials easy to deteriorate without thermally deteriorating the same while suppressing the heating thereof in a necessary quantity or more by providing kneading parts having no screw threads formed thereto so as to mutually providing intervals therebetween and forming a large number of projections to the surfaces of the screw cores of the kneading parts in the radius direction thereof so as to arrange rows vertical to a screw axis direction.

CONSTITUTION: The materials supplied from a material supply port is heated and plasticized if necessary and fed toward the material extrusion port of the leading end parts of screws 1, 2 under pressure by the propelling forces of said screws 1, 2. At first, the materials entering screw thread parts 10, 11 receive shearing deformation along a barrel surface 3 and, since the phase interfaces mutually formed by the kneaded materials are gradually oriented so as to become almost parallel to the barrel surface, the increase speed of interface areas becomes slow and the efficiency of laminar flow mixing becomes lower. However, since the materials next enter kneading parts 8, 9 with projections and the rearrangement and rotation of phase interfaces are well performed, the materials going out of the kneading parts to advance to the second screw thread parts are again effectively subjected to laminar flow mixing and effective kneading is achieved.



⑫ 公開特許公報(A) 平2-307725

⑬ Int. Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)12月20日

B 29 C 47/40
A 23 P 1/12
B 01 F 7/02
B 29 C 47/64

C

7425-4F
6977-4B
6839-4G
7425-4F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 二軸スクリュウ式押出機

⑯ 特 願 平1-130592

⑰ 出 願 平1(1989)5月24日

⑱ 発 明 者 山 岡 育 郎 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第1技術研究所内

⑲ 発 明 者 木 村 正 生 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第1技術研究所内

⑳ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉑ 出 願 人 新日鐵化学株式会社 東京都中央区銀座5丁目13番16号

㉒ 代 理 人 弁理士 谷山 輝雄 外4名

明 細 書

式押出機。

1. 発明の名称

二軸スクリュウ式押出機

2. 特許請求の範囲

- 1 バレル内に、2本の回転スクリュウをそのネジ山が僅かの間隙をもって近接するように平行に配置し、かつ上記2本のスクリュウをそれぞれ一方のネジの山部に対し他方のネジの谷部が対向するような相対的位相差をもって異方向回転するように配備構成した非噛み合い型或は不完全噛み合い型二軸スクリュウ式押出機において、それぞれのスクリュウにスクリュウネジ山の形成されていない混練部が互いに間隙を置いて設けられており、異なるスクリュウ上にある該混練部は相対的位相差を有して配されており、該混練部のスクリュウ芯体の表面上に多数の半径方向突起がスクリュウ軸方向に垂直な列を形成して配置されていることを特徴とする二軸スクリュウ

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は二軸スクリュウ式押出機の改善に係わり、溶融した熱可塑性プラスチック、餅菓子原料、こね粉のような高粘度成分を含む混合物、または更に着色剤などの固体状充填材を添加した高粘度泥漿状混合物等の混練能力が大きく、混練による材料の発熱が僅かである二軸スクリュウ式押出機に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、混練能力を向上するために突起付混練部を備えた押出機として、単軸スクリュウ式押出機が知られている。この押出機では、スクリュウネジ山間で層流混合された高粘度材料が、該混練部の表面に設けられている突起の近傍を通過する際に分配混合される。この場合の高粘度材料の流れは本質的に層流であり、スクリュウネジ山間等では混練される素材とどうしが作る相界面が流れ方向に沿って剪断変形し、相

界面が分割されずに界面積のみが増す層流混合となっている。また、突起付混練部内の突起に出会った流れがいくつかの分流に分割され、突起を通過後再び併合されるまでに相対位置の交換を行っている点で分配混合である。

熱可塑性プラスチックの混合物を均質に混練するためには、突起付混練部は、材料が熔融状態にあるスクリー先端付近即ち計量部に設けられる。単軸スクリー式押出機において突起を備えたスクリーは、既に種々のものが提案されているが、これらは主に突起の形状及び配置形式に関するものである。

例えば、特公昭53-41179号公報には、単軸スクリー式押出機のスクリー計量部にスクリーネジ山の形成されていない区分が設けられ、該区分に少なくとも2つの互いに異なる高さを持つ半径方向突起が多数設置されている。また例えば西独のプラスチック加工研究所(IGV)では、単軸スクリー式押出機のスクリー計量部に設けられた突起の種々の配列

に対して、熱可塑性プラスチックを熔融促進する効果及び混練を受ける材料の温度を均一化する効果等が研究されている(U. M. Kosel, "A novel concept of single-screw extrusion" *Plastics & Polymers*, 319 (1971))。

一方、餅菓子原料やこね粉等を混練するためには、突起付混練部の取付け位置はスクリー先端付近に限定されない。例えば米国特許第2620752号によれば、多数の半径方向突起が単軸スクリー式押出機のスクリー芯体のネジ山間に設置されており、スクリーネジ山全長に亘ってカップ状突起の列を形成し、これらの突起の大きさと高さは同等である。

単軸スクリー式押出機に用いる混練部は種々のものが公知(例えば、G. Matthews, "Polymer Mixing Technology", p. 141, Applied Science Publishers, London (1982))であるが、これらの多くは材料に高剪断を与え主として層流混合を促進するのに対し、突起付混練部は、僅かの剪断で材料を均質に混合(分配混合)で

3

きという特徴を有している。従って、層流混合により生じる剪断発熱で劣化しやすい素材、例えば塩化ビニルを含む材料や食品用ペースト等を均質に混練するためには、突起付混練部は必要不可欠である。しかしながら、該混練部を有する単軸スクリー式押出機では、混練される素材どうしが非相溶性で分離しやすい場合、もしくは粘度差或は密度差が大きくて分離、凝集しやすい場合、もしくは着色材などの固形状充填材を添加した場合などに十分な混練効果を得るためには、スクリーを長くして該混練部の数を増さなければならず、押出機の大形化などで対処しなければならないという問題があった。また、長いスクリーの採用は材料の滞留時間の増大を招き、スクリーネジ山間等での層流混合により生じる剪断発熱量が増大して該混練部の特徴を生かすことが困難であった。

短い滞留時間で混練効果を上げるために、バレル内に、2本の回転スクリーをそのネジ山が僅かの間隙をもって近接するように平行に配

4

置し、かつ上記2本のスクリーをそれぞれ一方のネジの山部に對し他方のネジの谷部が對向するような相対位相差をもって異方向回転するように配備構成した非噛み合い型或は不完全噛み合い型二軸スクリー式押出機が提案されている。(例えば、村上健吉, "押出成形", 第六版, P. 175, プラスチックスエージ(1983))。スクリーネジ山間に巻き付いた材料の一部はスクリーの回転に伴い一方のスクリーから他方のスクリーに移動し、スクリー間隙部を通過する際に相対するスクリーネジ山の作用により分流が生じ、分配混合が行なわれる。しかしながら、従来の二軸スクリー式押出機では、混練される素材どうしが非相溶性で分離しやすい場合、もしくは粘度差或は密度差が大きくて分離、凝集しやすい場合、もしくは着色剤などの固形状充填材を添加した場合などには、分配混合の能力が尚不十分で均質な混練を行なうことは困難であった。

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、上記の問題を一挙に解決する二軸スクリュー式押出機を提供することにある。即ち、高粘度材料を均質に混練し、特に混練される素材どうしが非相溶性で分離し易い場合、もしくは粘度差或は密度差が大きくて分離、凝集し易い場合、もしくは着色剤などの固形状充填材を添加した場合などにも十分な混練がなされ、また特に混練中の剪断発熱により劣化し易い素材を熱劣化させることなく十分に混練できる二軸スクリュー式押出機を提供することにある。

【課題を解決するための手段および作用】

本発明は、バレル内に、2本の回転スクリューをそのネジ山が僅かの間隙をもって近接するように平行に配置し、かつ上記2本のスクリューをそれぞれ一方のネジの山部に對し他方のネジの谷部が對向するような相対的位相差をもって異方向回転するように配備構成した非噛み合い型或は不完全噛み合い型二軸スクリュー式押

出機において、それぞれのスクリューにスクリューネジ山の形成されていない混練部を互いに間隔を置いて設け、異なるスクリュー上にある該混練部は相対的位相差を有するように配し、該混練部のスクリュー芯体の表面上に多数の半径方向突起をスクリュー軸方向に垂直な列を形成して配置することにより、必要以上の材料の発熱を抑えながら十分な混練を行なって前記目的を達成しようとするものである。

以下、本発明を図面に基きながら更に詳細に説明する。

第1図に、本発明に係わる二軸スクリュー式押出機内部のスクリューの例を示した。図の左側が材料供給側、右側が材料押出側であり、スクリュー全長の一部を示してある。連続的に高粘度材料を処理する2本のスクリュー1、2は、加熱ヒータを装着し所望の温度に制御できるバレル3内に収められる。バレル3の内孔は、第2図の断面に示すように環状の輪郭を呈していて各孔の中にスクリュー1、2がそれ

7

ぞれ入っている。バレル3の左端付近には材料供給口、右端には材料押出口が備えられており、第1図にはこれらを示していない。材料供給口から供給された材料は、必要に応じて加熱・可塑化され、スクリューの推進力によりスクリュー先端部の材料押出口の方へ圧送される。スクリュー1、2は、それぞれスクリュー芯体4、5と、スクリューネジ山6、7とを持ち、各スクリューの混練部8、9にはネジ山は形成されていない。スクリュー1上にある混練部8は互いに間隔を置いて設けられており、隣り合う混練部の間にはスクリューネジ山10が形成されている。スクリュー2上にある混練部9、ネジ山11の相対的配置も同様である。異なるスクリュー上にある突起付混練部8と9は相対的位相差（食い違い）を有して配されている。混練部の表面上には多数のスクリュー半径方向突起12がスクリュー軸方向に垂直な列13を形成して配されている。

本発明の二軸押出機を用いて非常に効果的な

8

混練を行なうためには、層流混合を行なうスクリューネジ山部と分配混合を行なう突起付混練部とを、材料が交互に通過するように配置しなければならない。最初にスクリューネジ山部に入った材料はバレル面に沿った剪断変形を受け、混練される素材どうしが作る相界面がバレル面に次第に平行に近く配向するため、界面積の増大速度が速くなり材料の層流混合の効率が低下してゆく。しかし、材料は次に突起付混練部内に入って相界面の再配置と回転がよく行なわれるため、該混練部を出て二番目のネジ山部に進んだ材料は再び効果的に層流混合される。このようなサイクルの繰り返しにより非常に効果的な混練が達成される。本発明の二軸押出機では、スクリューの回転に伴い、スクリュー芯体の表面に巻き付いた材料の一部は同一スクリューの表面上を進み、他の一部は一方のスクリューから他方のスクリューに移動する。同一スクリュー上にある混練部は互いに間隔を置いて設けられており、隣り合う混練部の間にはス

クリューネジ山部が形成されているため、同一スクリー上を進む材料は、例えば第1図の $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow \dots$ の順にスクリーネジ山部と突起付混練部とを交互に通過することができる。また、異なるスクリー上にある突起付混練部は相対的位相差（食い違い）を有して配されており、一方のスクリー上の混練部には必ず他方のスクリー上のネジ山部が対向しているため、一方のスクリーから他方のスクリーに移動する材料も、例えば第1図の $B \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow \dots$ の順にスクリーネジ山部と突起付混練部とを交互に通過することができる。

同一スクリー上で隣合う混練部に挟まれたネジ山部のスクリー軸方向長さは、同一スクリー上を進む材料を十分に混練する目的から、スクリー直径の0.5~5.0倍の範囲にあることが好ましい。この長さがスクリー直径の0.5倍よりも短い場合は、混練部から該ネジ山部に進んだ材料は十分な層流混合がなされな

1 1

ら他方のスクリー上にある対向するネジ山部に移動するが、該ネジ山部のスクリー軸方向長さがスクリー直径の5.0倍よりも長いため、既に述べた理由により、該ネジ山部では層流混合の効率が著しく低下して効果的な混練が達成されない。

スクリーに設ける混練部の数が多いほどより良い混練が達成されるが、材料を混練する際の粘度特性、要求される混練度、滞留時間、押出量、スクリー駆動力等の諸条件を考慮して最適な数を決める。混練部のスクリー軸方向長さは、突起12の直径、一つの混練部が有する突起列13の数、隣合う突起列が作る距離14、1つの混練部の中で最も端にある突起列とネジ山端部とが作る距離15等により調節する。

混練部の表面上にある突起の直径は互いに異なっても良いが、いずれもスクリー直径の0.1倍以下であることが好ましい。突起の直径が大きいと材料が分断される際の粘性抵抗が大きくなり、不必要な剪断発熱が生じるからであ

いうちにネジ山部を出してしまい、効果的な混練が達成されない。また、この長さがスクリー直径の5.0倍よりも長い場合は、材料が該ネジ山部を通過する時間が長く、ネジ山部の末端近くで材料の相界面がバレル面にほぼ平行に配向するため層流混合の効率が著しく低下して効果的な混練が達成されない。

異なるスクリー上にある突起付混練部の相対的配置は、両者の相対的位相差（食い違いの大きさ）がスクリー直径の0.25~5.0倍の範囲にあることが好ましい。この相対的位相差がスクリー直径の0.25倍よりも小さい部位では、異なるスクリー上にある混練部が十分に離れていないため、材料の一部は一方のスクリー上にある混練部から他方のスクリー上にある混練部に直接に移動し、スクリーネジ山部と突起付混練部とを交互に通過することができない。また、この相対的位相差がスクリー直径の5.0倍よりも大きい部位では、材料の一部は一方のスクリー上にある混練部か

1 2

る。

一つの列の中で隣合う突起が作る距離18は、着目している二つの突起のうち離れ方の直径以上で、かつスクリー直径の0.5倍以下であることが好ましい。何故なら、不必要な剪断発熱を生じさせずに効果的な分配混合を行なうためには、突起どうしの間隔をある程度確保しつつ、できるだけ多数の突起をスクリー軸方向に垂直に並べることが重要であるからである。

突起頭部の面とバレル内面との間隙は0.1~3.0mmの範囲にあることが好ましい。何故なら、0.1mm以下だと大きな剪断作用のために不必要に材料の温度が上昇し、また3.0mmを超えると突起の上部を通過する材料の割合が増えて分配混合が効率良く行なわれないからである。

一つの混練部が有する突起列の数には制限がないが、2列以下にして混練部のスクリー軸方向長さを短くすることが好ましい。このような場合、限られたスクリー長に對し多数の混練部を設けることができ、材料がスクリーネ

ジ山部と突起付溝部を交互に通過する機会が多くなるため非常に効果的な溝縫を行なうことができる。

一つの溝縫部の中で互いに隣合う突起列が作る距離14、及び一つの溝縫部の中で最も端にある突起列とネジ山端部とが作る距離15は、着目している突起列にある突起の中で最も細いものの直径以上で、かつスクリュー直径の0.5倍以下であることが好ましい。何故なら、不必要な剪断発熱を生じさせないためには隣合う突起列が作る距離をある程度確保する必要がある、また隣り合う突起列が作る距離や突起列とネジ山端部とが作る距離は、溝縫部のスクリュー軸方向長さを必要以上に長くしないように決めなければならないからである。

該溝縫部の構成要素は、円筒形状のピンとしてスクリュー芯体に取付けられている。このようなピンは溝縫部が形成で、スクリュー製作後に各スクリューに取付けることができる。

[実施例及び比較例]

第1表に示す形状の二軸スクリュー（直径 $D = 30\text{mm}$ 、スクリュー全長 L と D との比 $L/D = 27.6$ ）と孔径 3mm 、5本取のストランドダイを用いて、完全に非相溶性であるポリスチレン（新日鐵化学特製エスチレン G-15）とポリプロピレン（住友化学工業特製ノーブレン）の3:1ドライブレンド物を、バレル温度 220°C 、ダイ温度 200°C 、スクリュー回転数 120 r.p.m. の条件下で溝縫した。実施例、比較例に用いたスクリューの側面図をそれぞれ第3図と第4図に示す。図中、樹脂供給側から樹脂押出側に向かって順次、供給部17,17'、圧縮部18,18'、計量部19,19'が形成されており、第3図のスクリューの計量部には、各スクリュー共5ヶ所に突起付溝部10が備えられている。第3図と第4図それぞれの場合について、スクリュー先端部での樹脂温度を測定し、得られたストランド中のポリプロピレン分散粒子の大きさと形状の評価を透過型電子顕微鏡を用いて行った。結果を第2表に示す。

15

16

第1表

単位mm	供給部		圧縮部		計量部		突起付溝部	
	長さ	溝深さ	長さ	溝深さ	長さ	溝深さ	隣合う突起部が作る距離	突起部とネジ山端部との距離
実施例	278	5.8	300	5.8 → 3.5	250	3.5	45	3.0
比較例	278	5.8	300	5.8 → 3.5	250	3.5	-	-

* 溝深さ一部は計量部から供給部へ漸減

第2表

	スクリュー先端部の樹脂温度 (°C)	分散粒子の平均径 (μm)	粒子形状
実施例	168	0.70	ほぼ全部が球形
比較例	137	0.57	一部の粒子に形状の歪みあり

17

18

第 2 表から明らかなように、本発明の方が、スクリュー先端部での樹脂温度が低く、かつポリプロピレン粒子の平均径が小さく粒子形状のばらつきが少ない。即ち、突起付混練部を有する二軸スクリュー式押出機を用いると、非相溶性の材料を、剪断発熱を抑制しつつ十分に混練できる。

[発明の効果]

本発明の二軸スクリュー式押出機により、高粘度材料を均質に混練し、従来の単軸及び二軸スクリュー式押出機では十分な混練が困難であった非相溶性で分離し易い素材どうし、もしくは粘度差或は密度差が大きくて分離、凝集し易い素材どうし、もしくは着色剤などの固体状充填材を添加した材料をも十分に混練し、また特に混練中の剪断発熱により劣化し易い素材を熱劣化させることなしに十分に混練することができるようになった。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明に係わる二軸スクリュー式押

出機内部に装着されたスクリューの例の一部の図、第 2 図はバレルをスクリュー軸に垂直に切断した場合の正面図、第 3 図は本発明の二軸スクリューの側面図、第 4 図は従来の二軸スクリューの側面図である。

1, 2…スクリュー

3…バレル

4, 5…スクリュー芯体

6, 7…スクリューネジ山

8, 9, 10…突起付混練部

10, 11…スクリューネジ山部

12…突起

13…突起列

14…1つの混練部の中で隣合う突起列が作る距離

15…1つの混練部の中で最も端にある突起列とネジ山端部とが作る距離

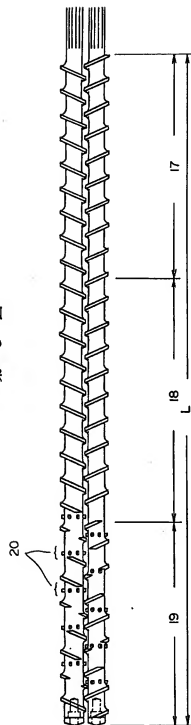
16…1つの突起列の中で隣合う突起が作る距離

17, 17'…供給部

18, 18'…圧縮部

19, 19'…計量部

第 3 図



17, 17': 供給部
18, 18': 圧縮部
19, 19': 計量部
20: 突起付履帯部

第 4 図

